



## AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP B 60 L / 275 801 1	(22)	30.04.85	(44)	18.06.86
(71)	Zentrales Forschungsinstitut des Verkehrswesens, Zentrum für Prozeßautomatisierung, 1017 Berlin, Markgrafendamm 24, DD				
(72)	König, Frank, Dipl.-Ing.; Schwarzig, Andreas, Dipl.-Ing.; Stawitzki, Michael, Dipl.-Ing., DD				
(54)	Verfahren zur energiesparenden Steuerung von Triebfahrzeugen				

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Realisierung einer energiesparenden Zugsteuerung im Stadt-, Vorort- und Personenzugverkehr. Die Grundsätze des Verfahrens erstrecken sich in ihrer Gültigkeit sowohl auf die Diesel- als auch auf die E-Traktion. Ziel des Verfahrens ist dabei eine Herabsetzung des Verbrauches an Traktionsenergie. Diese Zielstellung wird gelöst, indem die für ein energiesparendes Fahrregime mit den Bewegungsphasen Anfahrt, gegebenenfalls Beharrungsfahrt entlang der zulässigen Höchstgeschwindigkeit, Auslauf und Bremsen notwendigen Abschalthandlungen geschwindigkeitsabhängig ( $V_{ab}$ ) oder wegabhängig ( $S_{ab}$ ) unter Berücksichtigung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit und der durch den Fahrplan festgelegten Fahrzeit vorgegeben werden. Dabei erfolgt eine Gliederung der Zugfahrt zwischen zwei Halten in Teilabschnitte, die jeweils mit einer Fahrzeit, abhängig von der Dauer und Gestaltung der Antriebsphase zu durchfahren sind, die einen minimalen Energieverbrauch gewährleistet. An den Grenzpunkten zwischen zwei Teilabschnitten wird mit Hilfe eines Mikrorechners ein Vergleich zwischen Ist- und verfahrensmäßig vorgegebenen Sollzustand durchgeführt, was eine Korrektur des vorgesehenen Fahrregimes ermöglicht.

BEST AVAILABLE COPY

**Erfindungsanspruch:**

1. Verfahren zur energiesparenden Steuerung von Triebfahrzeugen mit einem Fahrregime bestehend aus den Bewegungsphasen Anfahrt, gegebenenfalls Beharrungsfahrt, Auslauf und Bremsen, dessen Prozeßverlauf durch die physikalischen Zustandsgrößen Weg, Geschwindigkeit und Zeit charakterisiert wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschalthandlungen für die Abschaltgeschwindigkeit ( $V_{ab}$ ), den Abschaltweg ( $S_{ab}$ ) und den Bremsenansatzpunkt ( $S_{br}$ ) in dem befahrenen Streckenabschnitt jeweils in Abhängigkeit von der zulässigen Höchstgeschwindigkeit in demselben und in Abhängigkeit von den zulässigen Höchstgeschwindigkeiten in dem nachfolgenden Teilabschnitt oder den nachfolgenden Teilabschnitten und in Abhängigkeit vom Fahrplan vorgenommen werden und in bekannter Weise mittels Mikrorechner ein Vergleich zwischen Soll- und Istzustand vorgenommen wird sowie die sich ergebenden Impulse zur Steuerung genutzt werden.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

**Anwendungsgebiet der Erfindung**

Das Verfahren zur energiesparenden Steuerung von Triebfahrzeugen wird im Stadt-, Vorort- und Personenzugdienst angewandt. Die Verfahrensgrundsätze sind dabei sowohl für Diesel- als auch für E-Traktion gültig.

**Charakteristik der bekannten technischen Lösungen**

Bekanntlich (DD B 60 L 15/20, WP-Nr. 129761) wurden die beim Nahverkehr für eine energiesparende Fahrweise erforderlichen Umschaltungen bei großen Fahrzeitreserven von Beschleunigen in Auslauf geschwindigkeitsabhängig, bei kleinen Fahrzeitreserven von Beharrungsfahrt in Auslauf wegabhängig sowie der jeweils zugehörige Bremsenansatzpunkt unter der Voraussetzung der Fahrplaneinhaltung wegabhängig vorausberechnet und vorprogrammiert, so daß bei Einhaltung der Schaltvorschrift nicht vermeidbare, jedoch hinreichend kleine Abweichungen des Fahrverlaufes ausgeglichen werden. Diese Umschaltungen sind vor bzw. zum Zeitpunkt des Fahrbeginns von der Steuereinrichtung bereitzustellen, wobei bei vorgegebenen konstanten Aufenthaltszeiten je Bahnhof eine ortsabhängige (zeitfeste Programmauswahl) und bei variablen Aufenthaltszeiten eine Zeit- und ortsabhängige Programmauswahl (zeitvariable Programmauswahl) zu realisieren ist. Die Reihenfolge der Schalthandlungen ist von den im Nahverkehr bekannten energiesparenden Fahrweisen abhängig, so daß die vier Steuerregime

- Anfahrt
- gegebenenfalls Beharrungsfahrt entlang der Höchstgeschwindigkeit
- Auslauf
- Bremsen

notwendigerweise nacheinander abzuarbeiten sind.

Während im Falle einer zeitfesten Fahrprogrammauswahl die Nummer bzw. Adresse einer Strecke (Fahrabschnitt zwischen zwei Bahnhöfen) der Adresse eines Speicherplatzes mit vorgegebener Bitzahl entspricht, besteht bei einer zeitabhängigen Fahrprogrammauswahl ein direkter Zusammenhang zwischen der aktuellen diskreten Prozeßdauer und einer Speicherplatzadresse, auf der sich das aktuelle Fahrregime abgespeichert befindet.

Die jeweilige Speicherplatzadresse für das aktuelle Fahrregime wird durch Aufsummieren der zurückgelegten Streckenabschnitte bzw. von diskreten, die Prozeßdauer charakterisierenden Zeitintervallen ermittelt. Die Speicheranordnung stellt dabei eine Kombination mehrerer Speicherschaltkreise dar, die adreßseitig parallel geschaltet werden. Damit wird es möglich, bei relativ geringem Steuer- bzw. Logikaufwand die für die digitale Darstellung der Abschaltgeschwindigkeit  $V_{ab}$ , des Abschaltweges  $S_{ab}$  und des Bremsenansatzpunktes  $S_{br}$  benötigte Informationslänge zu erreichen. Durch die fortlaufende Prozeßdauer wird bei einer zeitabhängigen Fahrprogrammauswahl jedem Zeitintervall über einen Adresszähler und der Speicheranordnung ein Fahrregime bereitgestellt, wobei einmal pro Streckenabschnitt bei Überschreiten einer maximalen Startzeit bzw. einer maximalen Anzahl von Zeitintervallen ein Informationsbit durch die Speicheranordnung ausgegeben wird, so daß durch Aufsummieren dieser ausgegebenen Zeitinformationen gleichzeitig eine eindeutige Zuordnung zwischen der fortlaufenden Prozeßzeit und dem nur für einen Fahrabschnitt gültigen Fahrregime erfolgt.

Das jeweils aktuelle Fahrregime wird mit Hilfe einer Starttaste in einen Zwischenspeicher übernommen und für die weitere Verarbeitung bereitgestellt.

Nicht benötigte Fahrregime werden somit ausgeblendet.

Über eine Logikschaltung erfolgt die Unterscheidung zwischen geschwindigkeits- oder wegabhängiger Umschaltung in das Fahrregime Auslauf. Die entweder über den Zwischenspeicher oder direkt durch die Speicheranordnung bereitgestellte Information über das aktuell zu realisierende Fahrregime kann sowohl über eine digitale Anzeigevorrichtung an den Triebfahrzeugführer ausgegeben und dieser realisiert die eigentliche Zugfahrt als auch unmittelbar an eine selbsttätige Steuereinrichtung übergeben, so daß der Triebfahrzeugführer mit Hilfe der Anzeige im wesentlichen nur eine Kontrollfunktion ausübt. Die einzelnen Umschaltunkte der Fahrregime für die verschiedenen Strecken- und Fahrzeitdiskretisierungen werden durch Simulation auf einer EDVA vorherbestimmt und in die Speicheranordnung übertragen.

Das beschriebene Verfahren hat den Nachteil, bei Vorhandensein von Langsamfahrstellen (d. h. unterschiedliche zulässige Höchstgeschwindigkeiten auf einem Streckenabschnitt zwischen zwei Bahnhöfen) unter Berücksichtigung der genannten Verfahrensschritte keine Einsparung an Traktionsenergie gegenüber der konventionellen Fahrweise zu ermöglichen. Damit würde im genannten Fall das dargestellte Verfahren in Frage gestellt sein.

BEST AVAILABLE COPY

## Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist eine weitere Herabsetzung des Verbrauches an Traktionsenergie.

## Darlegung des Wesens der Erfindung

Als Ursache des oben angeführten Nachteils wird angesehen, daß bei vorhandenen Langsamfahrstellen die Zugfahrt zwischen zwei Halten nicht in Teilabschnitte gegliedert ist.

Die technische Aufgabe besteht darin, die Parameter des Bewegungsablaufes und der physikalischen Zustandsgrößen der Teilabschnitte innerhalb eines Verfahrens zum Zwecke eines geringen Energieverbrauches in Beziehung zueinander zu setzen.

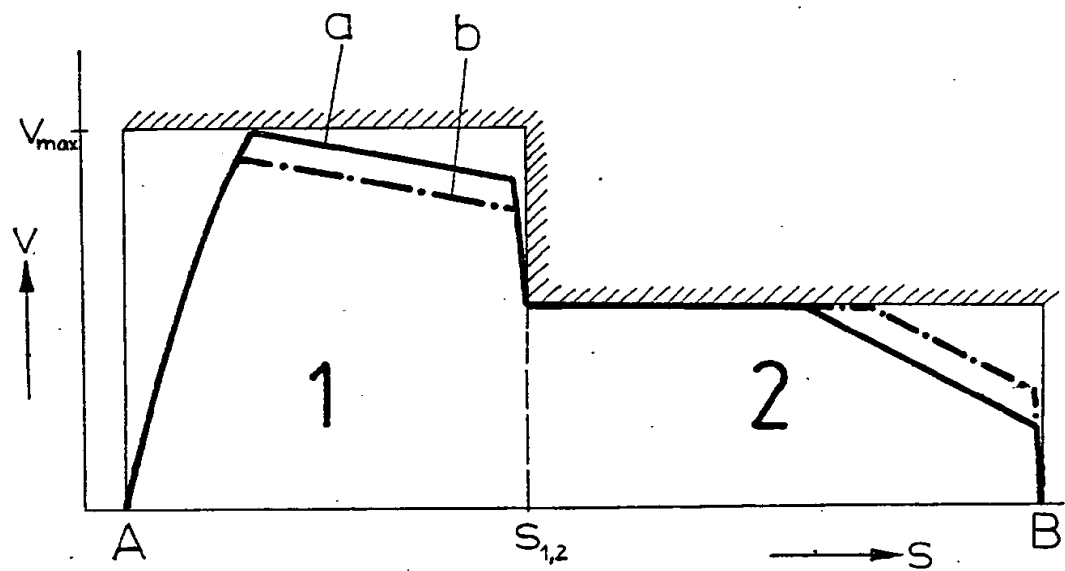
Erfindungsgemäß werden bei einem Fahrregime, bestehend aus den Bewegungsphasen Anfahrt, gegebenenfalls Beharrungsfahrt, Auslauf und Bremsen, dessen Prozeßverlauf durch die physikalischen Zustandsgrößen Weg, Geschwindigkeit und Zeit charakterisiert wird, die Abschalthandlungen für die Abschaltgeschwindigkeit ( $V_{ab}$ ) bzw. den Abschaltweg ( $S_{ab}$ ) sowie den Bremseinschaltpunkt ( $S_{br}$ ) in dem befahrenen Teilabschnitt jeweils in Abhängigkeit von der zulässigen Höchstgeschwindigkeit in demselben und in Abhängigkeit von den zulässigen Höchstgeschwindigkeiten in dem nachfolgenden Teilabschnitt oder in den nachfolgenden Teilabschnitten und in Abhängigkeit vom Fahrplan vorgenommen. Es erfolgt in bekannter Weise mittels Mikrorechner ein Vergleich zwischen Soll- und Istzustand und eine Nutzung der sich ergebenden Impulse zur Steuerung der Zugbewegung. Ein Teilabschnitt ist definiert als ein Abschnitt innerhalb einer Zugfahrt zwischen zwei Halten, der mit einer Anfahrt oder mit einer Beharrungsfahrt bedingt durch das Vorhandensein einer Geschwindigkeitsbeschränkung beginnt und mit einer Bremsung bis auf eine Geschwindigkeit entsprechend der vorliegenden Beschränkung oder bis zum Stillstand endet.

## Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll an einem Ausführungsbeispiel erläutert werden. Figur 1 zeigt den Ablauf einer Zugfahrt mit den Teilabschnitten 1 und 2 von Bahnhof A nach Bahnhof B, wobei die Geschwindigkeit  $V$  als Funktion der zurückgelegten Wegstrecke  $S$  dargestellt wird.  $V_{max}$  stellt die zulässige Streckenhöchstgeschwindigkeit dar, die für den ersten Teilabschnitt gilt, wogegen für den Teilabschnitt 2 eine Geschwindigkeitsbeschränkung mit  $V_{max}$  für das dargestellte Beispiel willkürlich angenommen wurde. Entsprechend der vorliegenden Geschwindigkeitsbeschränkung und der durch den Fahrplan vorgegebenen Fahrzeit ergibt sich ein bestimmter Ablauf der Bewegungsphasen Anfahrt, gegebenenfalls Beharrungsfahrt entlang der zulässigen Höchstgeschwindigkeit, Auslauf und Bremsen.

Die zwei dargestellten Fahrregime a und b sind gekennzeichnet durch unterschiedliche Fahrzeiten für die einzelnen Teilabschnitte, ermöglichen jedoch die Realisierung der Zugfahrt von Bahnhof A nach Bahnhof B mit der gleichen Gesamtfahrzeit. Das der Erfindung zu Grunde liegende Verfahren gestattet den Ablauf der Zugfahrt in der Weise zu gestalten, daß die Teilabschnitte 1 und 2 in Teilfahrzeiten, die sich in funktioneller Abhängigkeit von der Dauer und der Gestaltung der Antriebsphase befinden unter Berücksichtigung eines minimalen Verbrauches an Traktionsenergie bezogen auf die Strecke von A nach B durchfahren werden. Am Grenzpunkt zwischen Teilabschnitt 1 und Teilabschnitt 2, bezeichnet als  $S_{1,2}$ , erfolgt ein Vergleich zwischen Istzeit und verfahrensmäßig vorgegebener Sollfahrzeit. Dies ermöglicht gegebenenfalls eine Korrektur des vorgesehenen im dargestellten Beispiel wegabhängigen Abschaltpunktes für den Teilabschnitt 2, um die für die Zugfahrt von Bahnhof A nach Bahnhof B festgelegte Sollfahrzeit einzuhalten.

BEST AVAILABLE COPY



Figur 1

BEST AVAILABLE COPY